

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 58-014569

(43)Date of publication of application : 27.01.1983

(51)Int.CI.

H01L 27/14
H04N 9/04

(21)Application number : 56-110794

(22)Date of filing : 17.07.1981

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

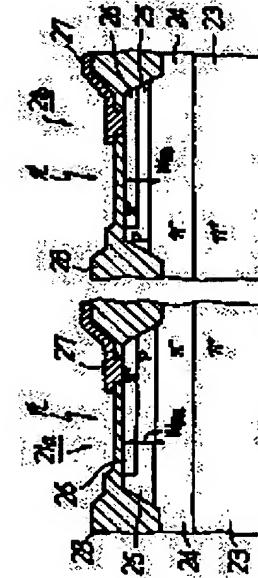
(72)Inventor : IDA MASATOSHI
FUKUOKA KENJI
GOTO ATSUE
AKAGI TOSHIMASA
IMAI MASAHIRO
KIMURA KENJI

(54) COLOR IMAGE PICKUP DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide photo receiving cells with roughly same apparent color sensitivity by a method wherein a solid state image pickup device is constituted of photo receiving cells that are elements capable of amplification and their amplification factors and others are determined according to their sensitivity to colors presented by different colored filters.

CONSTITUTION: Description is made of only two cells 21a and 21b, the multiplicity of photoreceiving cells constituting a color image pickup device being of the same construction. An n- collector region 24, p type base region 25, n+ emitter region 26 are successively bonded to an n+ semiconductor substrate 23. A signal read metal wiring 27 is connected to the region 26 on the surface, and the surface is covered with an oxide film 28 except the connection of the region 26 and wiring 27. The cells 21a and 21b responding to different colors presented by different colored filters, the widths W_{Ba} and W_{Bb} of the regions 25 are selected properly so that their color sensitivities have roughly equal apparent amplification factors. Thus, the regions 25 are made different from each other in terms of thickness, and the thinner cell 21b has a larger amplification factor than the thick cell 21a.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑯ 日本国特許庁 (JP) ⑪ 特許出願公開
⑫ 公開特許公報 (A) 昭58-14569

⑬ Int. Cl.³
H 01 L 27/14
H 04 N 9/04

識別記号 廷内整理番号
6819-5F
7423-5C

⑭ 公開 昭和58年(1983)1月27日
発明の数 1
審査請求 未請求

(全 7 頁)

⑮ カラー撮像装置

⑯ 特 許 願 昭56-110794
⑰ 出 許 願 昭56(1981)7月17日
⑱ 発 明 者 井田正利
八王子市大和田町4-22-13
⑲ 発 明 者 福岡謙二
福生市武蔵野台2-27-15
⑳ 発 明 者 後藤敦夫
八王子市堀之内南陽台55-5
㉑ 発 明 者 赤木利正

八王子市大和田町7-14-11オ
リンパス共同住宅内

㉒ 発 明 者 今井正晴
日野市西平山4-4-26
㉓ 発 明 者 木村健次
立川市砂川町3672-37
㉔ 出 許 人 オリンパス光学工業株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番
2号
㉕ 代 理 人 弁理士 杉村暁秀 外1名

明 細 書

1. 発明の名称 カラー撮像装置

2. 特許請求の範囲

1. 多数の受光セルを固素単位に配列して成る
固体撮像素子と、この固体撮像素子の入射面
側に配置した複数の色フィルタから成るカラ
ーフィルタとを具えるカラー撮像装置において、

前記固体撮像素子の個々の受光セルを増幅
機能を有する素子をもつて構成すると共に、
これら各受光セルの増幅率を、前記カラーフィル
タの各色に対する感度に応じて設定して、
見掛上の色感度が一様となるように構成した
ことを特徴とするカラー撮像装置。

2. 前記増幅機能を有する個々の受光セルをホ
トトランジスタをもつて構成すると共に、こ
のホトトランジスタのベース層の厚さおよび
/または幅の寸法を変化させることにより所
定の増幅率を得るようにしたことを特徴とす
る特許請求の範囲第1項記載のカラー撮像装

置。

3. 発明の詳細な説明

本発明は固体撮像素子を用いるカラー撮像裝
置に関するものである。

固体撮像素子の入射面側に、例えば赤(R)、綠
(G)および青(B)フィルタから成るカラーフィル
タを配置し、被写体像をこのカラーフィルタにより色分解して固体撮像素子に結像させてカラー圖像信号を得るようにした單板式カラー固体撮像裝
置は従来種々提案されている。このような單板式
カラー固体撮像裝置においては、固体撮像素子を構成する受光セルの分光特性により各色に対する
感度が異なり、そのままでは良好なカラー圖像信号を得ることができないため、何らかの方法でカラーフィルタの各色に対する感度が見掛け上等しくなるよう色感度の補正を行なつてある。

第1図は固体撮像素子の代表的な材料であるシリコン受光セルの分光特性の一例を示すものである。第1図から明らかのように、シリコン受光セルにおいては波長がほゞ610 nmの赤色の相対感

度が0.8であるのに対し、波長がほど530 nmの緑色および波長がほど470 nmの青色の相対感度はそれぞれ0.56および0.4と赤色感度に比べ低く、かつ各色感度が著しく異なる。なお、このような分光特性を有する固体撮像素子を用いる場合には、波長が700 nm以上の赤外領域の光は撮影において有害となるため、一般には撮像素子の前面に赤外カットフィルタを配置してカットしている。また、この場合赤色感度が他の緑および青色感度に比して高いことから、この赤外カットフィルタにより赤色波長領域まで一部カットすることにより、このフィルタに赤色フィルタの透過率を緑および青色フィルタに比し小さく抑える作用を兼ねさせることもある。

第1図に示すような分光特性を有する固体撮像素子を用いる場合の従来の色感度補正方法としては、①カラーフィルタの各色の透過率を変える方法、②色信号の重み付け法、③受光セルの受光窓面積を変える方法、等がある。

上記①の色感度補正方法は、第2図aに示すよ

うに緑色フィルタGを順次のライン上で市松状に配置すると共に、赤色フィルタRおよび青色フィルタBをライン毎交互に緑色フィルタGに隣接して配置したカラーフィルタノを用い、このカラーフィルタノの各色フィルタR、G、Bの分光透過特性をそれぞれ第3図bに示すように設定して、固体撮像素子の各色フィルタに対応する受光セルの見掛け上の色感度を第3図cに示すようにほど等しくなるようにして色感度を補正するものである。

また、上記②の色感度補正方法は、第3図に示すように、撮影レンズユを介してカラーフィルタを有する固体撮像素子ノ上に結像される被写体像の画素信号を、プリアンプタおよびサンプリング回路 μ を経て各色信号に分離した後、緑色信号 ν を基準に色感度の低い青色信号 β に対しては重み付け回路 δ により ν 以上の重みをかけ、色感度の高い赤色信号 α に対しては重み付け回路 γ により ν 以下の重みを付けることにより、色感度を補正するものである。しかし、この補正方法は、重み付け回路 δ および γ 等の余分な信号処理回路を必

要とするため、構成が複雑かつ高価となる不具合がある。

更に、上記③の色感度補正方法は、第4図に示すように、固体撮像素子ノの赤色フィルタR、緑色フィルタGおよび青色フィルタBに対応するそれぞれの受光セルの受光窓 $9, 10$ および 11 の面積を、この順序で順次大きく形成することにより、色感度を補正するものである。しかし、この場合には固体撮像素子ノの全ての受光セルの配列間隔を最も大きい面積の受光窓 9 なむち青色フィルタBに対応する受光窓を形成する受光セルに合わせる必要があるため、受光窓面積が小さい緑色フィルタGおよび赤色フィルタRに対応する受光セルにおいて撮影に関与しない無駄な領域が多くなつて像の再現性したがつて解像度が低下すると共に、製作上も不利となる不具合がある。

本発明の目的は上述した不具合を解決し、カラーフィルタの各色の透過率を調整したり、余分な信号処理回路を付加したり、あるいは受光セルの受光窓の面積を変えたりすることなく、カラーフ

フィルタの各色に対する固体撮像素子の受光セルの見掛け上の色感度がほど等しくなるように適切に構成したカラー撮像装置を提供しようとするものである。

本発明は、多数の受光セルを画素単位に配列して成る固体撮像素子と、この固体撮像素子の入射面側に配置した複数の色フィルタから成るカラーフィルタとを有するカラー撮像装置において、前記固体撮像素子の個々の受光セルを増幅機能を有する素子をもつて構成すると共に、これら各受光セルの増幅率を、前記カラーフィルタの各色に対する感度に応じて設定して、見掛け上の色感度が一様となるように構成したことを特徴とするものである。

本発明の好適実施例においては、固体撮像素子の個々の受光セルを増幅機能を有するホトランジスタをもつて構成する。このように各受光セルを増幅機能を有するホトランジスタをもつて構成すれば、入射光によって発生したキャリア(NPNホトランジスタの場合には正孔)を蓄積するべ

ース層の厚さおよび／または幅の寸法を変化させることにより所定の増幅率を得ることができる。

以下図面を参照して本発明を詳細に説明する。

第5図は本発明のカラー撮像装置に用いる固体撮像素子の一例の要部の構成を示す断面図である。この固体撮像素子は同一基体上に増幅機能を有するホトトランジスタより成る多数の受光セルをマトリックス状に配列して形成すると共に、各受光セルの増幅率を、入射面側に配置されるカラーフィルタ(図示せず)の各色に対する感度に応じて、色感度が見掛上ほど等しくなるように設定したものである。第5図では2個の受光セル3/aおよび3/bのみを示すが、個々の受光セルはn⁺の同一基体20にn⁻のコレクタ領域21、Pのベース領域22およびn⁺のエミッタ領域23を順次接合すると共に、表面のエミッタ領域23に信号読出し用の金属配線24を接続して形成する。なお、各受光セルの表面はエミッタ領域23と金属配線24との接続部を除いて酸化膜25で絶縁被覆する。第5図に示す受光セル3/aおよび3/bはカラーフィルタの異なる色に

対応するもので、本例ではベース領域22の厚さW_{Ba}、W_{Bb}の寸法を適切に設定することにより、受光セル3/aおよび3/bにおける色感度が見掛け上ほど等しくなるようにこれらの増幅率を設定する。すなわち、受光セル3/aおよび3/bはベース領域22の厚さのみが構造上異なり、増幅率はベース領域22の厚さが薄い受光セル3/bの方が大きい。なお、この受光セル3/bの増幅率はほど ($\frac{W_{Ba}}{W_{Bb}}$)²に比例して大きくなる。このような厚さの異なるベース領域22の製作法としては、コレクタ領域21の形成後、先ず深いベース領域を形成する受光セル3/aに対してベースフォトリソグラフィックを行なつてP型不純物を拡散し、その後受光セル3/aおよび3/bの双方のベースフォトリソグラフィックを行なつて再びP型不純物を拡散することにより、受光セル3/aにおいては厚いベース領域22を、受光セル3/bにおいては薄いベース領域22をそれぞれ形成することができる。その後は、通常のホトトランジスタの製造工程に従つてエミッタ拡散、金属配線形成を行なうことにより、増幅率

の異なる受光セル3/a、3/bを得ることができる。

第6図は本発明のカラー撮像装置に用いる固体撮像素子の他の例の要部の構成を示す断面図である。この固体撮像素子においては、各受光セルを裏面照射型でフック構造より成るNPN型ホトトランジスタをもつて構成する。第6図では3個の受光セル3/a、3/bおよび3/cのみを示すが、個々の受光セルは同一の真性半導体(1)基体33の裏面側にn⁺層34を介して透明電極35を設け、表面側にはPのベース領域36およびn⁺のエミッタ領域37を順次に接合すると共に、表面のエミッタ領域37に信号読出し用の金属配線38を接続して形成する。なお、各受光セルの表面はエミッタ領域37と金属配線38との接続部を除いて酸化膜39で絶縁被覆する。第6図に示す受光セル3/a、3/bおよび3/cはカラーフィルタ(図示せず)の異なる色に対応するもので、本例では受光セル3/aのベース領域36の厚さW_{Ba}および幅L_{Ba}を基準とし、受光セル3/bにおいてはそのベース領域36の厚さW_{Bb}および幅L_{Bb}をそれぞれW_{Bb} < W_{Ba}およびL_{Bb} =

L_{Ba}とし、受光セル3/cにおいてはそのベース領域36の厚さW_{Bc}および幅L_{Bc}をそれぞれW_{Bc}=W_{Ba}およびL_{Bc} < L_{Ba}として、受光セル3/a、3/bおよび3/cにおける色感度が見掛け上ほど等しくなるようにこれらの増幅率を設定したものである。

第6図に示すようなフック構造のホトトランジスタより成る受光セルにおいては、透明電極35に正のバイアス電圧V_B(+)を印加して高抵抗の1層33をn⁺層34からベース領域36に至るまで空乏化した状態で、透明電極35に光が入射すると、これにより1層33のn⁺層34の近傍で電子-正孔対が発生する。この電子-正孔対のうち電子はn⁺層34に引き込まれ、正孔は1層33に加わっている電界により加速されほど飽和速度でゲート領域36に流れ込み、このゲート領域36を正に帯電する。ゲート領域36が正に帯電すると、エミッタ領域37との間が順方向にバイアスされることになってこの間の電位障壁が低くなるから、エミッタ領域37から電子がゲート領域36に注入され、この注入された電子はゲート領域36を通過し、高抵抗の1層

刃をドリフト走行して表面の n^+ 層34に吸収される。このように表面の n^+ 層すなわちエミッタ領域から電子が流出すると、この領域刃も電子が不足して正に帯電され、ついにはベース領域36と平衡状態に達して電子の流れが停止する。このときのエミッタ領域刃の電位は、ベース領域36の電位より拡散電位だけ高くなる。

ここでベース領域36の電位 $V(t)$ は、

$$V(t) \approx q \cdot s \cdot c \cdot t / C_f + V_{b1}$$

となる。ただし、 q は単位電荷、 s は入射光の光子密度、 c は光速度、 t は積分時間、 C_f はベース領域36とエミッタ領域刃との間の空乏層容量、 V_{b1} はベース領域36とエミッタ領域刃との間の拡散電位を表わす。上式から明らかのように、電位 $V(t)$ は入射光強度 s および積分時間 t に比例し、空乏層容量 C_f に反比例する。

第4図において、受光セル31bは受光セル31aに比しベース領域36の厚さのみが薄くなっている。したがって、受光セル31bにおいては、エミッタ

領域刃に接続した金属配線35を介して回路信号を読み出すときに、ベース領域36の電位変化に応じてエミッタ領域刃から透明電極33に向けて流れる光電流(電子)が、ベース領域36の厚さ W_{Bb} が受光セル31aのベース領域36の厚さ W_{Ba} よりも薄いから、第3図の場合と同様には $(\frac{W_{Ba}}{W_{Bb}})^2$ に比例する受光セル31aよりも大きな光電流が流れる。また、受光セル31bは、受光セル31aに比しベース領域36の幅のみが短くなっている。この場合、例えば個々の受光セルを正方形で形成したすると、受光セル31bのベース領域36の底面積は $(L_{Bo})^2$ となり、受光セル31aおよび31bのベース領域36とエミッタ領域刃との間の空乏層容量をそれぞれ C_{fa} および C_{fb} とすれば、これらの間には、

$$C_{fb} = (\frac{L_{Bo}}{L_{Ba}})^2 \cdot C_{fa}$$

が成立立つ。したがって、受光セル31aおよび31bのそれぞれのベース領域36の電位をそれぞれ $V_a(t)$ および $V_b(t)$ とすれば、 $V_o(t)$ は

$$V_o(t) = (\frac{L_{Ba}}{L_{Bo}})^2 \cdot V_a(t)$$

となり、受光セル31aの電位 $V_a(t)$ よりも $(\frac{L_{Ba}}{L_{Bo}})^2$ 倍高くなる。これは、隣接する受光セルとの境界部分で受光セル31bの n^+ 層34近傍の高抵抗1層33で発生した正孔も強い電界の作用により、ほど確実に受光セル31bのベース領域36に流れ込むためと考えられる。

なお、厚いベース領域36の製作法としては、第3図の場合と同様にベース拡散を2回行なう方法やその他の方法を採用することができる。また、幅の狭いベース領域36およびエミッタ領域刃はこの部分を形成する際のホトマスクの形を小さくすることにより形成することができる。

以上のように、第3図においては個々の受光セルのベース領域36の厚さおよび/または幅を適切に変えて増幅率を設定することにより、各色に対応する受光セルの色感度を見掛上等しくすることができる。

なお、第4図においては基体33は真性半導体(i)に限らず、高抵抗の n^- または p^- の基体を用いることもできるし、また n^+ 層34を除いて基体33と

透明電極33とをショットキー接觸させてもよい。

第7図は本発明のカラー撮像装置に用いる固体撮像素子の更に他の例の要部の構成を示す断面図である。この固体撮像素子は個々の受光セルを第6図に示した裏面照射型フット構造のホトトランジスタに信号読み出し用の静電誘導トランジスタを一体に形成して構成したもので、第6図に示す符号と同一符号は同一作用を成すものを表す。第7図には1個の受光セルのみを示すが、個々の受光セルはホトトランジスタの n^+ のエミッタ領域刃をフローティングにして、このエミッタ領域刃に接合して n^- のパルク層(ドレイン領域)42を形成し、このパルク層42に接合して p^+ のゲート領域44および p^+ のソース領域46をそれぞれ形成して、これらゲート領域44およびソース領域46をそれぞれワードライン電極48およびピットライン電極50に接続して構成する。なお、隣接する受光セル間および各受光セルの表面はワードライン電極48、ピットライン電極50の接続部を除いて酸化膜32で絶縁する。かくして受光セルにおいては、

ワードライン電極 s_1 を介して静電誘導トランジスタを導通させることにより、ホトトランジスタの n^+ のエミッタ領域 s_2 に發われる固素信号電圧をワードライン電極 s_1 を経て読出しができる。勿論、本例においても第6図で説明したと同様に、個々の受光セルを構成するホトトランジスタのベース領域 s_6 の厚さ w_B および/または幅 L_B を変えて、各色に対応する受光セルの色感度が見掛け上等しくなるように各々の増幅率を設定する。

第8図は本発明のカラー撮像装置に用いる固体撮像素子の更に他の例の要部の構成を示す断面図である。この固体撮像素子においては、各受光セルを表面照射型でワク構造より成るNPN型ホトトランジスタとこのホトトランジスタでの固素信号を読出すための読出し用トランジスタとをもつて構成する。第8図では3個の受光セル s/a , s/b および s/c のみを示すが、個々の受光セルのホトトランジスタ部 $s/a-1$, $s/b-1$, $s/c-1$ および読出し用トランジスタ部 $s/a-2$, $s/b-2$, $s/c-2$ は、ホトトランジスタ部 $s/a-1$, $s/b-1$

および $s/c-1$ のベース領域の厚さおよび/または幅の寸法が異なるものである。ホトトランジスタ部は同一のP型基体 s_3 の表面側に、 n^+ のエミッタ領域 s_2 、Pのベース領域 s_5 、 p^- (n^- または \pm でもよい)の高抵抗層 s_6 および n^+ 層 s_7 を順次に接合して形成すると共に、表面の n^+ 層 s_7 上に p^- 層 s_6 が空乏化するに十分な正のバイアス電圧 $V_B(+)$ を印加するための電極 s_8 を設けて構成する。なお、個々の受光セルのホトトランジスタ部と読出し用トランジスタ部との間の所要の部分、隣接する受光セル間、および各受光セルの所要の電極との接続部を除く表面は酸化膜 s_9 で絶縁する。また、各受光セルの読出し用トランジスタは、ホトトランジスタの n^+ のエミッタ領域 s_2 をソースまたはドレン領域とする静電誘導トランジスタ等により構成することができる。第8図に示す受光セル s/a , s/b および s/c は図示しないカラーフィルタの異なる色に対応するもので、本例では受光セル s/a のベース領域 s_5 の厚さ w_{Ba} および幅 L_{Ba} を基準とし、第6図と同様に受光セル s/b においてはそのベ-

ース領域 s_5 の厚さ w_{Bb} および幅 L_{Bb} をそれぞれ $w_{Bb} < w_{Ba}$ および $L_{Bb} = L_{Ba}$ とし、受光セル s/c においてはそのベース領域 s_5 の厚さ w_{Bc} および幅 L_{Bc} をそれぞれ $w_{Bc} = w_{Ba}$ および $L_{Bc} < L_{Ba}$ として、受光セル s/a , s/b および s/c における色感度が見掛け上ほど等しくなるようにそれらの増幅率を設定したものである。

第8図に示すようなワク構造のホトトランジスタを有する受光セルにおいては、電極 s_8 に高抵抗層 s_6 が空乏化するに十分な正のバイアス電圧 $V_B(+)$ を印加することにより第6図と同様に動作する。したがつて、受光セル s/b においてはは $\propto (\frac{w_{Ba}}{w_{Bb}})^2$ に比例する受光セル s/b よりも大きな光電流が得られ、また受光セル s/c においてはベース領域 s_5 の底面積が小さいから、受光セル s/c よりも $(\frac{L_{Ba}}{L_{Bc}})^2$ 倍高い読出し電位を得ることができる。

なお、厚さの異なるベース領域 s_5 は、途中の工程で深いベース領域については3回のベース拡散を行なうことにより形成することができる。また、

ベース領域 s_5 の底面積を小さくするには、この部分を形成する際のホトマスクの形を小さくするか、あるいは表面より窒素(N)または酸素(O)をSIMOX法(Separation by Implanted Oxygen)によってベース領域 s_5 まで打込むことにより、その部分を絶縁層に変えることによつて形成するか、または第9図に1つの受光セルのみを示すように絶縁酸化膜 s_9 をベース領域 s_5 の方に食込ませることでベース領域 s_5 の底面積を小さくすることができる。なお、第9図に示す受光セル $s/1$ は、第8図と同様ホトトランジスタ部 $s/1-1$ と読出し用トランジスタ部 $s/1-2$ とから成るもので、第8図に示す符号と同一符号は同一作用を成すものを表わす。

なお、本発明は上述した例にのみ限定されるものではなく、幾多の変形または変更が可能である。例えば第7図、第8図および第9図に示すように個々の受光セルをホトトランジスタ部と読出し用トランジスタ部とをもつて構成する場合には、読出し用トランジスタの増幅率を適切に設定することにより色感度を補正するよう構成することもできる。

以上詳細に説明したように、本発明においては、固体撮像素子の個々の受光セルを増幅機能を有する素子をもつて構成すると共に、これら各受光セルの増幅率を、カラーフィルタの各色に対する感度に応じて設定して、見掛け上の色感度が一様となるよう構成したから、カラーフィルタの各色の透過率を調整したり、余分な信号処理回路を付加したり、あるいは受光セルの受光窓の面積を変えたりすることなく、カラーフィルタの各色に対応する固体撮像素子の受光セルの見掛け上の色感度をほぼ等しくすることができ、本発明の目的を有効に達成することができる。

4 図面の簡単な説明

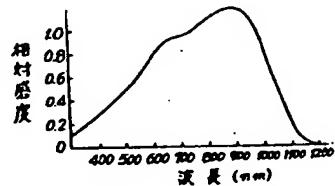
第1図はシリコン受光セルの分光特性の一例を示す線図、第2図a, bおよびcは従来の色感度補正方法の一例を説明するための線図、第3図および第4図は同じく他の2つの例を説明するための線図、第5図、第6図、第7図、第8図および第9図は本発明のカラー撮像装置に用いる固体撮像素子のそれぞれの要部の構成を示す断面図で

ある。

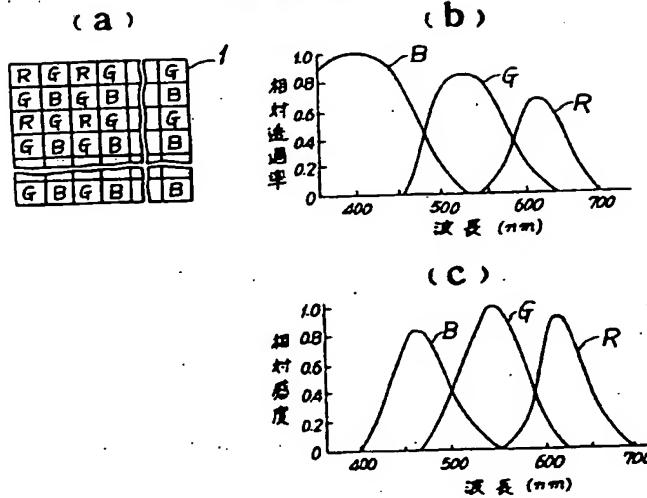
特開昭58-14569(6)

3/a, 2/b … 受光セル、23 … 基体、24 … コレクタ領域、25 … ベース領域、26 … エミッタ領域、27 … 金属配線、28 … 絶縁酸化膜、3/a, 3/b, 3/c … 受光セル、33 … 基体、34 … n^+ 層、35 … 透明電極、36 … ベース領域、37 … エミッタ領域、38 … 電極、39 … 絶縁酸化膜、41 … 受光セル、42 … パルク層、43 … ゲート領域、44 … ソース領域、45 … ワードライン電極、46 … ピントライン電極、5/a, 5/b, 5/c … 受光セル、5/a-1, 5/b-1, 5/c-1 … ホトトランジスタ部、5/a-2, 5/b-2, 5/c-2 … 読出し用トランジスタ部、53 … 基体、54 … エミッタ領域、55 … ベース領域、56 … 高抵抗層、57 … n^+ 層、58 … 電極、59 … 絶縁酸化膜、61 … 受光セル、61-1 … ホトトランジスタ部、61-2 … 読出し用トランジスタ部。

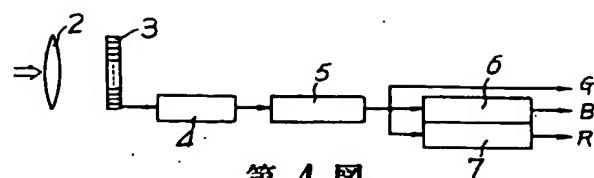
第1図



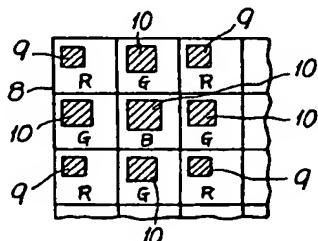
第2図



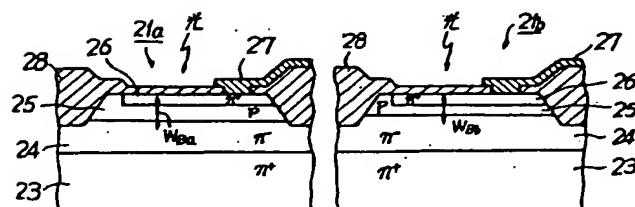
第3図



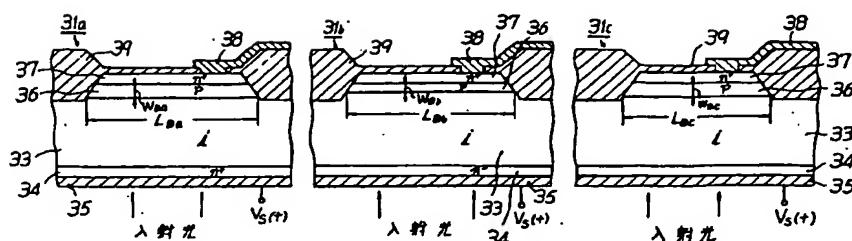
第4図



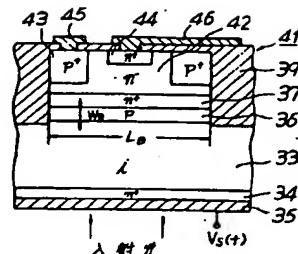
第5図



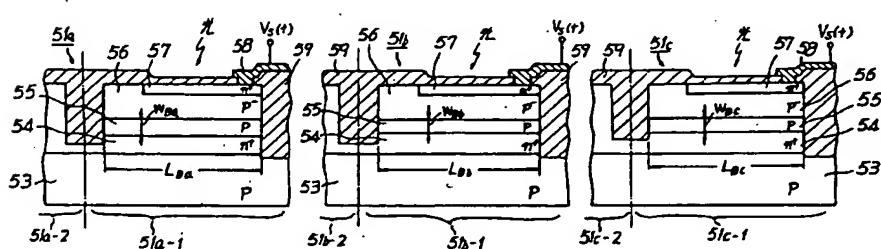
第6図



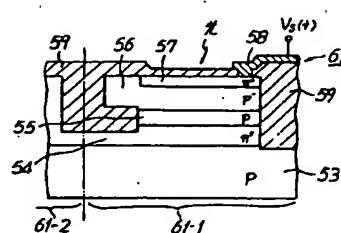
第7図



第8図



第9図



THIS PAGE BLANK (USPTO)